

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 40 03 579 C 1

21 Aktenzeichen: P 40 03 579.4-21
22 Anmeldetag: 7. 2. 90
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 6. 91

51 Int. Cl.⁵:
B 60 T 8/34
B 60 T 8/44
B 60 T 8/48
B 60 T 15/02
B 60 T 11/24
B 60 K 28/16

DE 40 03 579 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,
DE

72 Erfinder:

Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 7057 Winnenden, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 38 12 830 C1
DE 37 23 916 A1

54 Hydraulische Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine hydraulische Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug mit Hinterachs-Antrieb und Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung, das mit einem Antiblockier-System (ABS), einer Antriebs-Schlupf-Regelvorrichtung (ASR) und einer elektronischen Bremskraft-Verteilungssteuerung (EBKV) ausgerüstet ist. Zur Realisierung dieser Regelungs- und Steuerungsfunktionen an der Hinterachse des Fahrzeuges ist ein Druckmodulator vorgesehen, der eine über Bremsdruck-Regelventile an die Hinterradbremmen angeschlossene Modulationskammer hat, die durch einen Modulatorkolben gegen einen Steuerdruckraum abgegrenzt ist, in den, ventilsteuert, der Ausgangsdruck einer Hilfsdruckquelle einkoppelbar ist. Der Modulatorkolben ist durch eine Rückstellfeder in die maximale Volumen der Modulationskammer entsprechende Position gedrängt, die sowohl für eine normale Bremsung als auch für den ASR-Betrieb die Ausgangsstellung ist. Der Druckmodulator ist so dimensioniert, daß mit einem einzigen Hub des Kolbens maximaler Bremsdruck aufgebaut und auch vollständig wieder abgebaut werden kann. Als Maß für den Bremsdruck im Hinterachs-Bremskreis dient das Ausgangssignal eines die Kolbenposition überwachenden Positionsgebers. Als Maß für den Bremsdruck im Vorderachs-Bremskreis dient das Ausgangssignal eines die Pedalstellung überwachenden Positionsgebers.

DE 4003579 C 1

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug mit einachsigem Antrieb, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige hydraulische Bremsanlage ist durch die DE 38 12 830 C2 bekannt.

Die bekannte Bremsanlage ist für ein Straßenfahrzeug mit Hinterachs-Antrieb ausgelegt, das mit einem Anti-Blockier-System (ABS) ausgerüstet ist, das am Vorderachs-Bremskreis nach dem für sich bekannten Rückförderprinzip arbeitet und am Bremskreis der angetriebenen Fahrzeugräder nach dem Prinzip der Druckmodulation durch Volumveränderung einer Modulationskammer eines an den Hinterachs-Bremskreis angeschlossenen Druckmodulators, der auch zur Realisierung einer Antriebs-Schlupf-Regeleinrichtung (ASR) ausgenutzt ist, die nach dem Prinzip arbeitet, ein zum Durchdrehen neigendes Fahrzeugrad durch Aktivierung seiner Radbremse wieder zu verzögern. Die Modulationskammer ist über den Hinterradbremse des Fahrzeuges einzeln zugeordnete Bremsdruck-Regelventile, mittels derer Druckeinlaß und Druckauslaß steuerbar ist, mit den Hinterradbremse verbunden und gegen diese absperrbar. Die Modulationskammer ist durch einen Modulatorkolben gegen einen Antriebsdruckraum des Druckmodulators druckdicht-verschiebbar abgegrenzt, durch dessen Druckbeaufschlagung mit dem hohen Ausgangsdruck einer Hilfsdruckquelle der Modulatorkolben zur Erzielung eines Bremsdruck-Aufbaues — zur Realisierung der ASR-Funktion — im Sinne einer Verringerung des Volumens der Modulationskammer verschiebbar und durch Druckentlastung dieses Antriebsdruckraumes im Sinne einer Vergrößerung des Volumens der Modulationskammer — zur Realisierung der Druckabbau-Funktion im Antiblockier-Regelungsbetrieb — verschiebbar ist. Im normalen Bremsbetrieb erfolgt der Aufbau des Bremsdruckes durch Betätigung des Bremsgeräts, dessen Ausgangsdruck über ein als 2/2-Wege-Ventil ausgebildetes Magnetventil, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung und dessen erregte Stellung I seine Sperrstellung ist, die Modulationskammer und Bremsdruckregelventile in die Radbremsen eingekoppelt wird, über die die Modulationskammer mit den Radbremsen in kommunizierender Verbindung steht. Im normalen Bremsbetrieb ist der Modulatorkolben durch Anschluß seines Antriebsdruckraumes an den Hochdruckausgang der Hilfsdruckquelle in minimalem Volumen der Modulationskammer entsprechenden Position gehalten.

Der Druckmodulator ist so ausgelegt, daß ein einziger Kolbenhub des Modulatorkolbens, durch den dieser aus seiner minimalem Volumen der Modulationskammer entsprechenden Endstellung in seine maximalem Volumen der Modulationskammer entsprechende Endstellung gelangt, auch wenn zuvor in die Radbremszylinder eine maximalem Bremsdruck entsprechende Bremsflüssigkeitsmenge hineinverdrängt worden ist, ausreichend sein würde, um einen vollständigen Druckabbau zu bewirken, bzw., falls sich der Kolben in seiner maximalem Volumen der Modulationskammer entsprechenden Position befunden hätte und aus dieser in seine minimalem Volumen der Modulationskammer entsprechende Endstellung verschoben werden würde — im ASR-Betrieb — ausreichen würde, um in den Radbremsen den maximalen Bremsdruck aufzubauen, der durch eine Betätigung des Bremsgeräts aufgebaut werden könnte.

Im Antiblockier-Regelungsbetrieb wird das Magnet-

ventil in seine Sperrstellung gesteuert, so daß die Radbremsen lediglich — über die Bremsdruckregelventile — mit der Modulationskammer des Druckmodulators verbunden sind. Auch im Antriebs-Schlupf-Regelungsbetrieb ist das Bremsgerät mittels des Magnetventils gegen den Druckmodulator und damit auch gegen die Antiblockier- als auch die Antriebs-Schlupf-Regelung mit der "richtigen" Phase, d. h. die Antiblockier-Regelung mit einer Druckabsenkungs-Phase und die Antriebs-Schlupf-Regelung mit einer Bremsdruck-Aufbau-Phase einsetzen kann, wird der Modulatorkolben in einer Zwischenstellung, z. B. der Mittelstellung, zwischen seinen möglichen Endstellungen gehalten, wobei diese Position mittels eines elektronischen Positionsgebers überwacht und durch elektrische Ansteuerung von Magnetventilen, welche den Anschluß des Antriebsdruckraumes an den Druckausgang der Hilfsdruckquelle bzw. deren drucklosen Vorratsbehälter vermitteln, eingehalten wird. Von dieser Mittelstellung des Kolbens ausgehend, steht aber für eine einen Antiblockier-Regelzyklus einleitende Druckabsenkungsphase zunächst gleichsam nur das halbe Modulationskammervolumen zur Verfügung, mit der Folge, daß, falls in einer antiblockier-regelungsbedürftigen Situation, in der zuvor der maximale Bremsdruck in den Radbremszylindern aufgebaut worden war, eine wirksame Antiblockier-Regelung aber eine weitgehende Bremsdruckabsenkung auf z. B. 10% dieses Maximalwertes erfordert, diese Druckabsenkung allein durch den aus der Zwischenstellung des Kolbens heraus bis in dessen maximalem Volumen der Modulationskammer entsprechende Endstellung für einen derartigen Druckabbau nicht ausreicht. Entsprechendes gilt sinngemäß für den Antriebs-Schlupf-Regelungsbetrieb, wenn dieser den Aufbau eines hohen Bremsdruckes in den Radbremsen beider angetriebener Fahrzeugräder erfordert, dessen Mittelwert höher ist als die Hälfte des Maximaldruckes, der in den Radbremsen aufgebaut werden können sollte. Um gleichwohl bei hohen Bremsdrücken im Zuge einer Antiblockier-Regelung einen vollständigen Druckabbau zu ermöglichen, ist für den Druckmodulator ein Rückförder-Betriebsmodus möglich, in dem dieser zuvor in einem Druckabsenkungs-Hub aufgenommene Bremsflüssigkeit — bei geöffnetem Magnetventil — in das Bremsgerät zurückpumpt. Auf analoge Weise ist auch im Antriebs-Schlupf-Regelungsbetrieb ein Bremsdruckaufbau in mehreren Teil-Hüben möglich. Bei der bekannten Bremsanlage ist zusätzlich zu dem die Kolbenposition erfassenden elektronischen Positionsgeber auch ein in den Modulatorkolben integrierter, elektronischer Kraft-Sensor vorgesehen, dessen Ausgangssignal ein Maß für den in der Modulationskammer und damit auch den in den Radbremsen herrschenden Bremsdruck ist. Durch die positions- und druckcharakteristischen Ausgangssignale dieser beiden Geber werden bei der bekannten Bremsanlage Informationen über den Funktionszustand von sicherheitsrelevanten Elementen der Bremsanlage gewonnen sowie auch Möglichkeiten einer elektronisch gesteuerten, dem jeweiligen Regelungsfall angepaßten Druckzumessung bzw. Druckabsenkung erzielt.

Aus den insoweit erläuterten baulichen und funktionellen Eigenschaften der bekannten Bremsanlage resultierende Nachteile sind zumindest die folgenden:

Sowohl die Antiblockier-Regelung als auch die Antriebs-Schlupf-Regelung arbeiten, wenn — im Antiblockier-Regelungsbetrieb — dem Betrage nach hohe Druckabsenkungen bzw. — im Antriebs-Schlupf-Rege-

lungsbetrieb — hohe Bremsdrücke erforderlich sind, träge, da für die Rückförder- bzw. Nachförder-Betriebsphasen "Totzeiten" zustandekommen, für deren Dauer der Bremsdruck in einer der Regelung unterworfenen Radbremse zwangsläufig konstant gehalten wird.

Die zur Positionierung des Modulatorkolbens in der Mittelstellung als Ausgangsstellung für sowohl den Antiblockier- als auch den Antriebs-Schlupf-Regelungsbetrieb erforderliche häufige Ansteuerung eines Funktions-Steuerventils fördert dessen Verschleiß und kann eine zusätzliche Störanfälligkeit bedingen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Bremsanlage der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, daß bei gleichwohl einfachem Aufbau und hoher Standfestigkeit derselben eine Verbesserung der Empfindlichkeit der möglichen Regelungsarten erzielt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 genannte Merkmals-Kombination gelöst.

Durch die hiernach vorgesehene Ausnutzung des Druckmodulators dahingehend, daß dieser auch bei einer normalen, d. h. einer Regelung nicht unterworfenen Bremsung für den Bremsdruck-Aufbau im Bremskreis der angetriebenen Fahrzeugräder ausgenutzt wird, in Kombination mit einer Dimensionierung des Druckmodulators, derart, daß in einem einzigen Hub seines Kolbens der maximale Bremsdruck aufbaubar ist, wobei als Grundstellung des Modulatorkolbens die maximale Volumen der Modulationskammer entsprechende Position vorgesehen ist, befindet sich der Kolben, wann immer die Antiblockier-Regelung anspricht, in einer Position, in der durch einen zügigen Rückzugs-Hub des Kolbens der zuvor in die Radbremsen der angetriebenen Fahrzeugräder eingekoppelte Bremsdruck auch vollständig wieder abgebaut werden kann. Desgleichen ist auch in einem Druckaufbau-Hub des Kolbens, wenn die Antriebs-Schlupf-Regelung anspricht, die Einkopplung eines maximalen Bremsdruckes in die der Regelung unterworfenen Radbremse(n) möglich. Darüber hinaus ermöglicht die erfindungsgemäße Bremsanlage auch eine Steuerung der Bremskraft-Verteilung, insbesondere dahingehend, daß im Teilbremsbereich ein erhöhter Beitrag der Hinterradbremse zur insgesamt entfaltbaren Bremskraft ausgenutzt werden kann.

Die gemäß Anspruch 2 gestaltete Variante einer erfindungsgemäßen Bremsanlage kann ohne weiteres auch dadurch realisiert werden, daß ein mit einem serienmäßigen, nach dem Rückförderprinzip arbeitenden ABS ausgerüstetes Fahrzeug mit einem für ASR und EBKV geeigneten Druckmodulator "nachgerüstet" wird, wobei, falls das serienmäßige ABS den angetriebenen Fahrzeugrädern einzeln zugeordnete Bremsdruck-Regelventile hat, keine zusätzlichen Magnetventile benötigt werden, und für den Fall, daß das ABS bezüglich der angetriebenen Fahrzeugachse — in der Regel der Hinterachse — auf eine Regelung nach dem Select-Low-Prinzip ausgelegt ist und demgemäß für die Bremsdruck-Regelung an beiden Radbremsen nur ein gemeinsames 3/3-Wege-Magnetventil vorgesehen ist, zwischen dieses und die Radbremsen jeweils ein 2/2-Wege-Magnetventil geschaltet werden muß, was aber nur relativ geringen Mehraufwand bedeutet.

Die gemäß Anspruch 3 vorgesehene Gestaltung des Druckmodulators ermöglicht es, diesen bedarfsgerecht an das Ausgangsdruckniveau einer am Fahrzeug vorhandenen Hilfsdruckquelle anzupassen.

Die gemäß Anspruch 4 vorgesehene Ausnutzung einer "serienmäßigen" Rückförder-Pumpeinrichtung er-

gibt einen besonders einfachen Gesamtaufbau der Bremsanlage und ermöglicht, da die Hilfsdruckquelle auf einem mindestens dem Bremsdruckniveau entsprechenden Ausgangsdruck-Niveau arbeitet, einerseits eine einfache Gestaltung des Druckmodulators, wie gemäß Anspruch 5 vorgesehen und auch, wie gemäß Anspruch 6, einen Betrieb mit Bremsflüssigkeit als Arbeitsmedium, wodurch ansonsten erforderliche Maßnahmen zur Medientrennung zwischen dem Antriebskreis des Druckmodulators und seinem Bremsdruck-Ausgangskreis entfallen können.

Insbesondere dann, wenn die Hilfsdruckquelle auf sehr hohem Ausgangsdruckniveau arbeiten kann, ist es vorteilhaft, wenn den Ansprüchen 7 und 8 entsprechenden Sicherheitsmaßnahmen vorgesehen sind.

Auch die gemäß Anspruch 9 vorgesehene Gestaltung des im ASR- und im EBKV-Betrieb die Absperrung der Modulationskammer des Druckmodulators gegen das Bremsgerät vermittelnde Ventil als Magnetventil ist aus Sicherheitsgründen vorteilhaft.

Die Ermittlung des mittels des Druckmodulators in die Radbremsen der angetriebenen Fahrzeugräder eingekoppelten Bremsdruckes durch Überwachung der Position des Modulatorkolbens, wie gemäß Anspruch 10 vorgesehen, hat den Vorteil, daß das Positionsscharakteristische Ausgangssignal eines diesbezüglich geeigneten Positions-Gebers auch dann ein Maß für den Bremsdruck ist, wenn die Radbremsen gegen die Modulationskammer abgesperrt sind und in den Antriebsdruckraum des Druckmodulators der hohe Ausgangsdruck der Hilfsdruckquelle eingekoppelt ist und damit auch in der Modulationskammer ein wesentlich höherer Druck herrscht als in den Radbremsen.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung spezieller Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 ein Hydraulikschema eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Bremsanlage, bei der die Antiblockier-Regelungsfunktion am Hinterachs-Bremskreis ausschließlich nach dem Prinzip der Druckmodulation realisiert ist und

Fig. 2 ein Hydraulikschema eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Bremsanlage mit ABS, ASR und EBKV, bei der die Antiblockier-Regelung an der Antriebsachse des Fahrzeuges sowohl nach dem Rückförderprinzip als auch nach dem Prinzip der Druckmodulation realisiert ist.

In der Fig. 1, auf deren Einzelheiten zunächst verwiesen sei, ist durch eine insgesamt mit 10 bezeichnete hydraulische Zweikreis-Bremsanlage ein Straßenfahrzeug repräsentiert, für das — zum Zweck der Erläuterung — vorausgesetzt wird, daß es einem Hinterachs-Antrieb hat, und daß die Radbremsen 11 und 12 der — nicht angetriebenen — Vorderräder zu einem statischen Bremskreis I und die Radbremsen 13 und 14 der — angetriebenen — Hinterräder des Fahrzeuges zu einem statischen Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt sind, zu deren Bremsdruck-Versorgung ein insgesamt mit 16 bezeichnetes Bremsgerät vorgesehen ist, das einen mittels eines Bremspedals 17 über einen Bremskraftverstärker 18 betätigbaren Hauptzylinder 19 üblicher Bauart mit zwei, den Bremskreisen I und II je einzeln zugeordneten Druckausgängen 21 und 22 umfaßt.

Eine Realisierung des Hauptzylinders 19 in Tandembauweise vorausgesetzt, derart, daß der Hauptzylinder einen durch einen Schwimmkolben gegen einen Sekundär-Ausgangsdruckraum einseitig beweglich abgegrenzten Primär-Ausgangsdruckraum hat, dessen zwei-

te axial bewegliche Begrenzung durch einen Primärkolben gebildet ist, an dem ein Betätigungsstößel des Bremskraftverstärkers 18 direkt angreift und bei dessen Ausfall das Bremspedal 17 direkt über den Pedalstößel 23 an dem Primärkolben abstützbar ist, ist der Vorderachs-Bremskreis I an den Druckausgang 21 des Primärausgangsdruckraumes angeschlossen und demgemäß der Hinterachs-Bremskreis II an den Druckausgang 22 des Sekundär-Ausgangsdruckraumes des Hauptzylinders 19.

Das Fahrzeug ist mit einem Antiblockiersystem (ABS) ausgerüstet, das am Vorderachs-Bremskreis I nach dem für sich bekannten Rückförderprinzip arbeitet, wonach in Bremsdruck-Abbauphasen der Antiblockierregelung aus einer oder beiden der Regelung unterworfenen Radbremse(n) 11 und/oder 12 abgelassene Bremsflüssigkeit mittels einer insgesamt mit 24 bezeichneten Rückförder-Pumpeinrichtung wieder in den dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Ausgangsdruckraum des Bremsgeräts 16 zurückgepumpt wird.

Am Hinterachs-Bremskreis II arbeitet das ABS nach dem für sich ebenfalls bekannten Prinzip der Bremsdruck-Änderung an den Hinterradbremse(n) 13 und/oder 14 durch Volumveränderung einer an diese angeschlossenen Modulationskammer 26 eines insgesamt mit 27 bezeichneten Druckmodulators, der auch ein zentrales Funktionselement einer ASR (Antriebs-Schlupf-Regel-einrichtung) ist, die nach dem Prinzip arbeitet, ein zum Durchdrehen neigendes, angetriebenes Fahrzeugrad durch Aktivierung seiner Radbremse 13 und/oder 14 wieder zu verzögern, sowie weiter zentrales Funktionselement einer EBKV (Elektronische Brems-Kraft-Verteilungssteuerung) ist, mit der das Fahrzeug ebenfalls ausgerüstet, und diese nach dem Prinzip arbeitet, den Hinterachs-Bremsdruck in Abhängigkeit von Parametern wie Vorderachs-Bremsdruck, Beladungszustand des Fahrzeuges, dynamischer Zustand des Fahrzeuges — Querbeschleunigung und Längsverzögerung — derart zu regeln, daß sich ein bestmöglicher Kompromiß zwischen einer erwünschten hohen Fahrzeugverzögerung und Schonung der Bremsanlage 10 insgesamt ergibt. Insbesondere soll durch diese EBKV im Teilbremsbereich ein erhöhter Beitrag der Hinterradbremse(n) 13 und 14 zur insgesamt erzielbaren Fahrzeugverzögerung erreichbar sein. Die steuerungstechnische Realisierung dieser Funktionen ist, bei Kenntnis des Zweckes, dem Fachmann ohne weiteres möglich und erscheint insoweit nicht erläuterungsbedürftig.

Zur Realisierung der insoweit anhand ihrer Funktionen erläuterten Regelungs-Einrichtungen ist die Bremsanlage 10 im einzelnen wie folgt aufgebaut:

Die zu den Vorderradbremse(n) 11 und 12 je einzeln führenden Bremsleitungszweige 28 und 29 sind über je ein Einlaßventil 31 bzw. 32 an die an den Druckausgang 21 des Hauptzylinders 19 angeschlossene Hauptbremsleitung 33 des Vorderachs-Bremskreises I angeschlossen.

Die Einlaßventile 31 und 32 sind beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet, deren jeweilige Grundstellung 0 ihre Durchfluß-Stellung ist, in welcher der Druckausgang 21 des Hauptzylinders 19 mit den Radbremszylindern 11' und 12' der Vorderradbremse(n) 11 und 12 verbunden ist, und deren jeweilige erregte Stellung I ihre Sperrstellung ist, in welcher die jeweilige(n) Radbremse(n) 11 und/oder 12 gegen den Druckausgang 21 des Hauptzylinders 19 abgesperrt ist bzw. sind. Zu jedem der beiden Einlaßventile 31 und 32 ist ein Rückschlagventil 34 bzw.

36 parallelgeschaltet, über die bei einer Fehlfunktion des jeweiligen Einlaßventils 31 bzw. 32 — "Hängenbleiben" in der Sperrstellung I — ein Bremsdruck-Abbau durch Zurücknahme des Bremspedals 17 möglich bleibt.

Des weiteren sind die beiden Vorderradbremse(n) 11 und 12 über je ein Auslaßventil 37 bzw. 38 mit einer Rücklaufleitung 39 verbunden, die zum einen an einen Pufferspeicher 41 angeschlossen ist, dessen Speicherkapazität dem maximalen Bremsflüssigkeits-Volumen entspricht, das — bei einer Vollbremsung — von den Vorderradbremse(n) 11 und 12 aufgenommen werden kann und im Bedarfsfalle einer weitestmöglichen Druckabsenkung in den Radbremsen 11 und 12 aus diesen ablaßbar sein muß.

Auch die Auslaßventile 37 und 38 sind beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildet, deren Grundstellung 0 ihre jeweilige Sperrstellung, und deren erregte Stellung I, die dem Bremsdruck-Abbau-Betrieb der Antiblockier-Regelung zugeordnet ist, ihre jeweilige Durchflußstellung ist, in welcher die Radbremse(n) 11 und/oder 12 mit der Rücklaufleitung 39 und dem Pufferspeicher 41 verbunden ist bzw. sind.

Die Rücklaufleitung 39 und der Pufferspeicher 41 sind über ein Eingangs-Rückschlagventil 42 an die Pumpenkammer 43 einer im Rahmen der Rückförder-Pumpeinrichtung 24 dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten, ersten Kolbenpumpe 44 angeschlossen, deren Pumpenkammer 43 über ein Ausgangsrückschlagventil 46 an eine zum Hauptzylinder 19 bzw. der Hauptbremsleitung 33 des Vorderachs-Bremskreises I zurückführende Rückförderleitung 47 angeschlossen ist.

Der sowohl für die Realisierung der ABS- als auch der ASR- und weiter der EBKV-Funktion vorgesehene Druckmodulator 27 ist als Druck-Umsetzer ausgebildet, dessen Modulationskammer 26 durch einen Modulatorkolben 48 druckdicht-beweglich gegen einen Steuerdruckraum 49 begrenzt ist, der mittels einer insgesamt mit 51 bezeichneten Funktions-Steuerventil-Anordnung alternativ an den Hochdruck-Ausgang 52 einer insgesamt mit 53 bezeichneten Hilfsdruckquelle oder deren — drucklosen, d. h. auf atmosphärischem Umgebungsdruck gehaltenen — Vorratsbehälter 54 anschließbar ist, als welcher beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel der Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter des Hauptzylinders 19 des Bremsgeräts 16 der Bremsanlage 10 fungiert. Der diesbezügliche Niederdruck-Anschluß der Hilfsdruckquelle 53 ist mit 56 bezeichnet.

Die Funktions-Steuerventil-Anordnung 51 umfaßt ein an einen Steuer-Eingang 57 eines Druckmodulators 27 angeschlossenes Einlaß-Steuerventil 58, das über ein Rückschlagventil 59 an den Hochdruck-Ausgang 52 der Hilfsdruckquelle 53 angeschlossen ist, das durch relativ höheren Druck an diesem Hochdruck-Ausgang 52 als im Steuerdruckraum 49 des Druckmodulators 27 in Öffnungsrichtung beaufschlagt und sonst gesperrt ist. Das Einlaß-Steuerventil 58 ist als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet, dessen Grundstellung 0 seine Sperrstellung ist, und dessen erregte Stellung I seine den Hochdruck-Ausgang 52 der Hilfsdruckquelle 53 mit dem Steuereingang 57 des Druckmodulators 27 verbindende Durchflußstellung ist, in der das Einlaß-Steuerventil 58 auch die Wirkung einer Drossel hat, die einen Druckanstieg im Steuerdruckraum 49 des Druckmodulators 27 auf eine definierte Rate begrenzt. Des weiteren umfaßt die Funktions-Steuerventil-Anordnung 51 ein zwischen den Steuereingang 57 des Druckmodulators 27 und den Niederdruck-Anschluß 56 der Hilfsdruckquelle 53 geschal-

tetes Auslaß-Steuerventil 61, dessen Grundstellung 0 seine Durchfluß-Stellung ist, in welcher der Steuereingang 57 des Druckmodulators 27 mit dem Niederdruck-Anschluß 56 der Hilfsdruckquelle 53 verbunden ist, und dessen erregte Stellung I seine Sperrstellung ist, in welcher der Steuereingang 57 des Druckmodulators 27 gegen den Niederdruck-Anschluß 56 der Hilfsdruckquelle 53 abgesperrt ist.

In den dem nicht betätigten Zustand der Bremsanlage 10 entsprechenden Grundstellungen 0 sowohl des Einlaß-Steuerventils 58 als auch des Auslaß-Steuerventils 61 der Funktions-Steuerventil-Anordnung 51, in denen der Steuerdruckraum 49 des Druckmodulators 27 mit dem Niederdruck-Anschluß 56 der Hilfsdruckquelle 53 verbunden und gegen deren Hochdruck-Ausgang 52 abgesperrt ist, ist der Kolben 48 des Druckmodulators 27 durch eine vorgespannte Druckfeder 62 in seine eine, maximale Volumen der Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27 entsprechende, dargestellte Grundstellung gedrängt.

Die Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27 ist über je ein als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildetes Bremsdruck-Regelventil 63 bzw. 64, die sowohl als Einlaß- wie auch als Auslaßventile fungieren, an die Hinterradbremse 13 und 14 angeschlossen. Die Grundstellung 0 dieser Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 ist ihre jeweilige Durchfluß-Stellung, ihre erregte Stellung I ihre jeweilige Sperrstellung.

Die vom Druckausgang 22 des Hauptzylinders 19 ausgehende und diesen mit der Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27 verbindende Hauptbremsleitung 66 des Hinterachs-Bremskreises II ist mittels eines weiteren, als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildeten Steuerventils 67, dessen Grundstellung 0 seine Durchlaß-Stellung und dessen erregte Stellung I seine Sperr-Stellung ist, absperrenbar. Dieses weitere Steuerventil 67 wird, ordnungsgemäße Funktion der Bremsanlage und ihrer Steuer- und Regeleinrichtungen vorausgesetzt, in seine Sperrstellung I umgeschaltet, wann immer die Bremsanlage 10 betätigt wird oder die Antriebs-Schlupf-Regeleinrichtung in Funktion tritt.

Die Einkopplung von Bremsdruck in die Hinterradbremse 13 und 14 erfolgt sowohl bei einer Betätigung der Bremsanlage 10 durch den Fahrer als auch im Falle eines Ansprechens der Antriebs-Schlupf-Regelung dadurch, daß das Einlaß-Steuerventil 58 in seine Durchfluß-Stellung I und das Auslaß-Steuerventil 61 in seine Sperrstellung I sowie das weitere Steuerventil 67 ebenfalls in dessen Sperrstellung geschaltet werden. Der Steuerdruckraum 43 des Druckmodulators 27 ist dann mit dem — hohen — Ausgangsdruck der Hilfsdruckquelle 53 beaufschlagt, so daß sich auch in seiner Modulationskammer 26, die nunmehr gegen das Bremsgerät 16 abgesperrt ist, ein Druck aufbaut, der über die Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 in die Hinterradbremse 13 und 14 "dosiert" eingekoppelt werden kann, z. B. dadurch, daß die beiden Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 gepulst angesteuert werden. Ein solchermaßen gepulster Druckaufbau in den Hinterradbremse 13 und 14 könnte auch durch eine gepulste Ansteuerung des Einlaß-Steuerventils 58 — bei geschlossenem Auslaß-Steuerventil 61 — erzielt werden. Die elektronische Steuerung der Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung erfolgt in zweckmäßiger Realisierung eines solchen Steuerungskonzepts dadurch, daß der Hinterachs-Bremsdruck in Relation zu dem vom Fahrer durch Betätigung des Bremsgeräts 16 in den Vorderachs-Bremskreis I eingesteuerten Bremsdruck variiert wird, wobei

diese Relation "fest" vorgegeben sein kann, in gleichsam "verfeinerter" Ausgestaltung der die Bremskraft-Verteilung vermittelnden Steuereinrichtung aber auch variabel realisiert sein kann, z. B. derart, daß im Bremsbetrieb auch dynamische Größen wie Fahrzeugverzögerung, Bremschlupf, auf das Fahrzeug wirkende Querbeseleunigungen sowie der Beladungszustand des Fahrzeuges zu einer rechnerischen Generierung von Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraft-Wertepaaren ausgenutzt werden können.

Die für eine solche Art der Nachlaufsteuerung erforderliche Information über den Bremsdruck P_{VA} an der Vorderachse und den in die Hinterradbremse 13 und 14 eingekoppelten Bremsdruck kann "direkt" durch Druckgeber gewonnen werden, die für den am Ausgang 21 des Hauptzylinders 19 abgegebenen Vorderachs-Bremsdruck P_{VA} und für den in den Hinterradbremse 13 und 14 herrschenden Bremsdruck P_{HA} charakteristische Ausgangssignale abgeben, aus deren für den Vorderachs-Bremsdruck P_{VA} charakteristischen Geber-Ausgangssignalen ggf. in Kombination mit weiteren der vorgenannten Parameter der Wert bestimmt wird, auf den der Hinterachs-Bremsdruck P_{HA} eingestellt werden soll, und aus dem Vergleich des solchermaßen ermittelten Soll-Wertes für den Hinterachs-Bremsdruck mit dessen Ist-Wert die Druckzumessung für die Hinterradbremse 13 und 14 gesteuert wird. Eine Erfassung des Hinterachs-Bremsdruckes durch Messung des Druckes in der Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27 ist dann möglich, wenn — bei in der Grundstellung 0 befindlichen Bremsdruck-Regelventilen 63 und 64 — die Bremsdruck-Änderung mittels der Eingangs- und Auslaß-Steuerventile 58 und 61 der Steuerventilanordnung 51 gesteuert werden.

Beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel ist zur Erfassung des Ist-Wertes des Hinterachs-Bremsdruckes ein Positionsgeber 68 vorgesehen, der für die Position des Modulatorkolbens 48 charakteristische elektrische Ausgangssignale erzeugt, die somit ein Maß für das in den Hinterachs-Bremskreis II jeweils hineinverdrängte Bremsflüssigkeits-Volumen und damit in jedem Falle, d. h. unabhängig davon, ob die Zumessung des Hinterachs-Bremsdruckes durch gepulste Ansteuerung der Ein- und Auslaß-Steuerventile 58 und 61 oder durch eine gepulste Ansteuerung der Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 erzielt wird, ein Maß für den Hinterachs-Bremsdruck sind.

Beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel wird auch die Information über den im Vorderachs-Bremskreis I herrschenden Druck mittels eines im Rahmen des Bremsgeräts 16 vorgesehenen weiteren Positionsgebers 69 gewonnen, dessen Ausgangssignal ein Maß für die Position des mit dem Bremspedal 17 bewegungsgekoppelten Kolbens ist, der die einseitige axial bewegliche Begrenzung des dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Ausgangsdruckraumes des Hauptzylinders 19 bildet, so daß das Ausgangssignal dieses Positionsgebers ebenfalls ein Maß für den im Vorderachs-Bremskreis I herrschenden Bremsdruck ist. Zur Ermittlung einer die Berücksichtigung des Entlüftungszustandes der Bremsanlage 10 ermöglichenden Eichfaktors für die Auswertung der Ausgangssignale des Weggebers 69 ist ein Druckschalter 71 vorgesehen, der bei Erreichen eines bestimmten Druck-Schwellenwertes ein Ausgangssignal erzeugt, so daß aus der beim Auftreten dieses Druckschalter-Ausgangssignals mittels des Weggebers 69 erfaßten Kolbenposition — oder Pedalstellung — der jeweils maßgebliche Druck/Weg-Eichfaktor

ermittelt werden kann.

Die Hilfsdruckquelle 53, deren Ausgangsdruck in den Steuerdruckraum 49 des Druckmodulators 27 einkoppelbar ist, wird beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel mit Bremsflüssigkeit als Arbeitsmedium betrieben. Die Hilfsdruckquelle 53 umfaßt in für sich bekannter funktioneller Verknüpfung einen mittels einer Ladepumpe 72 auf hohen Druck aufladbaren Druckspeicher 73, dessen Aufladung mittels eines den Speicherdruck überwachenden Druckschalters 74 gesteuert wird. Zur Sicherung des Druckspeichers 73 gegen "Überladung" ist ein Druckbegrenzungsventil 76 vorgesehen, über das bei Überschreiten eines kritischen Wertes des Speicherdruckes Bremsflüssigkeit in den Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 54 der Bremsanlage 10 ablassen wird.

Als Ladepumpe 72 ist beim dargestellten, speziellen Ausführungsbeispiel die "zweite" Kolbenpumpe der einer serienmäßigen Ausführung entsprechenden Rückförder-Pumpeinrichtung 24 eines an beiden Bremskreisen des Fahrzeuges nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Antiblockiersystems ausgenutzt, die mit der als Rückförderpumpe für den Vorderachs-Bremskreis ausgenutzten Kolbenpumpe 44 einen gemeinsamen Exzenter-Antrieb 77 mit elektrischem Antriebsmotor hat. Ein ein Zurückströmen von Bremsflüssigkeit aus dem Druckspeicher 73 in die Pumpenkammer 43' der Ladepumpe 72 verhinderndes Ausgangs-Rückschlagventil derselben ist mit 78 bezeichnet. Zur Zuführung von Bremsflüssigkeit aus dem Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter der Bremsanlage 10 zu der Pumpenkammer 49' der Ladepumpe 72 ist eine auf relativ niedrigem Druckniveau arbeitende Vorladepumpe 79 mit elektrischem Pumpenantrieb vorgesehen, deren Ausgangsdruck lediglich ausreichend sein muß, um die einem bestimmten Öffnungsdruck entsprechende Schließkraft des Eingangs-Rückschlagventils 81 der Ladepumpe 72 zu überwinden. Zur Begrenzung des Vorladedruckniveaus ist zu der Vorladepumpe 79 ein weiteres Druckbegrenzungsventil 82 parallelgeschaltet.

Die Vorladepumpe 79 kann entfallen, wenn die im Rahmen der Hilfsdruckquelle 53 als Ladepumpe 72 ausgenutzte Kolbenpumpe nicht, wie bei einer serienmäßigen Gestaltung einer Zweikreis-Rückförderpumpeinrichtung 24 üblich als Freikolbenpumpe ausgebildet ist, sondern, wie durch eine Pumpenfeder 83 schematisch angedeutet als "selbstsaugende" Pumpe realisiert ist.

Das in der Fig. 2, auf deren Einzelheiten nunmehr verwiesen sei, dargestellte, weitere Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Bremsanlage 100 ist derjenigen gemäß Fig. 1 funktionell weitgehend analog, so daß seine Erläuterung im wesentlichen auf die zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 bestehenden baulichen Unterschiede beschränkt werden kann.

Soweit in der Fig. 2 für Funktionselemente der Bremsanlage 100 dieselben Bezugszeichen verwendet sind wie für Funktionselemente des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1, soll dies den Hinweis auf Bau- und Funktionsgleichheit oder -Analogie und auch den Verweis auf die anhand der Fig. 1 gegebene Erläuterung der entsprechend bezeichneten Funktionselemente beinhalten.

Bei der Bremsanlage 100 gemäß Fig. 2 ist ein sowohl am Vorderachs-Bremskreis I als auch am Hinterachs-Bremskreis II nach dem Rückförderprinzip arbeitendes Antiblockiersystem vorgesehen, das durch seine insgesamt mit 85 bezeichnete derjenigen eines konventionellen, serienmäßigen Antiblockier-System entsprechende

Hydraulikeinheit repräsentiert ist und mit Einzelradregelung an der Vorderachse und gemeinsamer, d. h. nach dem Select-Low-Prinzip erfolgender Regelung an der Hinterachse arbeitet.

Als Bremsdruck-Regelventile sind hier anstelle jeweils zweier 2/2-Wege-Magnetventile, wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 pro Radbremse vorgesehen, die beiden 3/3-Wege-Magnetventile 86 und 87 für die Vorderradbremse 11 und 12 und ein 3/3-Wege-Magnetventil 88 für den Hinterachs-Bremskreis II benutzt.

Da beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 "beide" Kolbenpumpen 44 und 72 der Rückförder-Pumpeinheit 24 für den Rückförderbetrieb benötigt werden, ist, verglichen mit dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 eine andere Gestaltung der hydraulischen Hilfsdruckquelle 53' erforderlich, die aber auch hier mittels eines Druckspeichers 73', einer Ladepumpe 72', eines Druckschalters 74' und eines Druckbegrenzungsventils 76' in der schon anhand der Fig. 1 mit Bezug auf die Hilfsdruckquelle 53 erläuterten Schaltungsanordnung, mit hiervon jedoch abweichender Dimensionierung der vorgenannten Funktionselemente realisiert ist.

Als Ladepumpe 72' der Hilfsdruckquelle 53' ist eine als permanent angetrieben vorausgesetzte, einfache Hydraulikpumpe vorgesehen, die jedoch auf einem maximalen Ausgangsdruckniveau arbeitet, das deutlich niedriger ist als die mittels des Bremsgeräts 16 erzeugbaren Bremsdrücke.

Demgemäß ist der beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 lediglich für die Antriebs-Schlupf-Regelungsfunktion und für die Bremskraft-Verteilungssteuerung benötigte Druckmodulator 27' als Druckübersetzer ausgebildet, der die "Anhebung" des am Ausgang 52' der Hilfsdruckquelle 53' auf entsprechend niedrigem Niveau bereitgestellten Hilfsdruckes auf das erforderliche Bremsdruck-Niveau vermittelt. Des weiteren ist im Rahmen der Hilfsdruckquelle 53' ein Speicher-Ladeventil 89 vorgesehen, das als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet ist, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher die Ladepumpe 72' im schonenden Umlauf-Betrieb arbeitet, und dessen erregte Stellung I, seine Sperrstellung, die Lade-Stellung ist, in der die Pumpe 72' im Druckversorgungsbetrieb arbeitet.

Der Druckmodulator 27' hat zwei durch eine Gehäusestufe 93 gegeneinander abgesetzte, an dieser Stufe ineinander übergehende Gehäusebohrungen 92 und 93 unterschiedlichen Durchmessers, in denen der Modulatorkolben 48' mit Kolbenstufen 94 und 96 entsprechend verschiedenen Durchmessers druckdicht verschiebbar geführt ist. Durch die dem Durchmesser nach größere Kolbenstufe 94 ist die axial bewegliche Begrenzung des Steuerdruckraumes 49' gebildet, dessen axial gehäusefeste Begrenzung durch eine die Gehäusebohrung 92 abschließende Endstirnwand des Modulatoregehäuses gebildet ist.

Durch die dem Durchmesser nach kleinere Kolbenstufe 96 ist die axial bewegliche Begrenzung der Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27' gebildet, dessen Dimensionierung insoweit dem Druckmodulator 27 gemäß Fig. 1 entspricht. Durch einen sich zwischen der größeren Kolbenstufe 94 und der Gehäusestufe 91 erstreckenden, je nach der Position des Modulatorkolbens 48' in axialer Richtung mehr oder weniger ausgedehnten Ringraum 97, der drucklos gehalten ist, wie durch eine Entlüftungsbohrung 98 dargestellt, wird auch eine Medientrennung zwischen der mit Bremsflüssigkeit gefüllten Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27' und dessen Steuerdruckraum 49' erzielt, die erforder-

derlich ist, da die Hilfsdruckquelle 53' mit üblichem Hydrauliköl als Betriebsmedium betrieben wird.

Die das Einlaß-Steuerventil 58, das diesem vorgeschaltete Rückschlagventil 59, das Auslaß-Steuerventil 61, die beiden Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 für die Hinterradbremse 13 und 14 sowie das weitere Steuerventil 67 umfassende hydraulische Peripherie des Druckmodulators 27' ist nach Aufbau und Funktion dieselbe wie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1, wobei das dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordnete — einzige — Bremsdruck-Regelventil 88 der Hydraulikeinheit 85 des — serienmäßigen — Antiblockiersystems zwischen die Modulationskammer 26 des Druckmodulators 27' und die Verzweigungsstelle 99 der Hinterachs-Bremsleitung 66' geschaltet ist, von der die zu den Hinterradbremse 13 und 14 weiterführenden Bremsleitungszweige 101 und 102 ausgehen, die mittels der den Hinterradbremse 13 und 14 einzeln zugeordneten, als 2/2-Wege-Magnetventile ausgebildeten Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 einzeln oder gemeinsam abgesperrbar sind.

Durch die beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 vorgesehene "Hintereinanderschaltung" des Druckmodulators 27' und der konventionellen ABS-Hydraulikeinheit 85 wird, im Prinzip jedenfalls, eine besonders einfache Steuerlogik für die elektronische Bremskraft-Verteilungssteuerung möglich, dahingehend, daß der Steuerdruckraum 49' des Druckmodulators 27' während einer Bremsung permanent mit dem hohen Ausgangsdruck der Hilfsdruckquelle 53' beaufschlagt ist und eine Bremsdruck-Regelung an den Hinterradbremse 13 und 14 über das ABS 85 erfolgt, das hierbei, einschließlich seiner — nicht dargestellten — elektronischen Steuereinheit keiner Modifikation bedarf. Bei dieser einfachstmöglichen Art der Bremskraft-Verteilungssteuerung kann der für die Bremsdruck-Zumessung zu den Hinterradbremse 13 und 14 vorgesehene Positionsgeber 68 im Prinzip entfallen.

Durch die bezüglich der Antiblockier-Regelungsfunktion, die sowohl mit der Hydraulikeinheit 85, für sich allein gesehen, als auch mittels des Druckmodulators 27' möglich ist, gegebene "hydraulische Redundanz" ist es möglich, daß auch im Falle einer Fehlfunktion des Auslaß-Steuerventils 61, d. h. falls dieses in seiner Sperrstellung hängen bleibt, über das funktionsentsprechende Bremsdruck-Regelventil 88 der ABS-Hydraulikeinheit 85 Bremsdruck in den Hinterradbremse 13 und 14 abgebaut werden kann.

Andererseits ist es erforderlich, um im Falle einer Fehlfunktion der Bremsdruck-Regelventile 63 und 64 Bremsdruck in den Hinterradbremse 13 und 14 abzubauen zu können, zu diesen Bremsdruck-Regelventilen 63 und 64 jeweils parallelgeschaltete Rückschlagventile 103 und 104 vorzusehen.

Patentansprüche

1. Hydraulische Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug mit einachsigen Antrieb, das einen statischen Vorderachs-Bremskreis und einen statischen Hinterachs-Bremskreis hat, mit einem Antiblockier-System (ABS), das mindestens am Bremskreis der angetriebenen Fahrzeugräder nach dem Prinzip der Bremsdruckänderung durch Volumveränderung einer über Bremsdruck-Regelventile an die Radbremsen dieses Bremskreises anschließbaren sowie gegen diesen abgesperrbaren Modulationskammer eines Druckmodulators

arbeitet, der über ein Funktions-Steuerventil auch mit dem mit dem Bremskreis der angetriebenen Fahrzeugräder zugeordneten Druckausgang eines zur Betätigung der Bremsanlage vorgesehenen Bremsgeräts verbindbar, alternativ gegen diesen abgesperrbar ist, sowie

mit einer Antriebs-Schlupf-Regleinrichtung (ASR), die nach dem Prinzip arbeitet, ein zum Durchdrehen neigendes Fahrzeugrad durch Aktivierung seiner Radbremse wieder zu verzögern, wobei der Druckmodulator, der einen gegen die Modulationskammer durch einen im Modulatorgehäuse druckdicht verschiebbar angeordneten Kolben abgegrenzten Steuerdruckraum hat, durch dessen ventilsteuerte Beaufschlagung mit dem Ausgangsdruck einer Hilfsdruckquelle oder Anschluß an den drucklosen Vorratsbehälter der Hilfsdruckquelle der Kolben im Sinne einer Volumverkleinerung bzw. einer Volumerweiterung der Modulationskammer verbzw. einer Volumerweiterung der Modulationskammer verschiebbar ist, zur Realisierung der Antriebs-Schlupf-Regelungsfunktion zweckanalog mit ausgenutzt ist, und wobei, wann immer der Kolben — im Sinne der Antiblockier- oder der Antriebs-Schlupf-Regelung — einen eine Bremsdruckänderung vermittelnden Hub ausführt, die Modulationskammer gegen das Bremsgerät abgesperrt ist,

wobei der maximale Volum-Änderungshub, den der Modulator Kolben ausführen kann, so groß bemessen ist, daß die Modulationskammer die gesamte, zur Entfaltung eines maximalen Bremsdruckes in den Bremskreis (II) der angetriebenen Fahrzeugräder hinein zu verdrängende Bremsflüssigkeitsmenge in einem einzigen Bremsdruck-Ab senkungshub aufnehmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß

a) im nicht-betätigten Zustand der Bremsanlage (10; 100) der Kolben (48; 48') durch eine Rückstellfeder (62) in seiner maximalem Volumen der Modulationskammer (26) entsprechenden Position gehalten ist und die Modulationskammer (26) mit dem dem Bremskreis (II) der angetriebenen Fahrzeugräder zugeordneten Druckausgang (22) des Bremsgeräts (16) verbunden ist, und, sobald die Bremsanlage (10) betätigt wird oder die Antriebs-Schlupf-Regelung anspricht, gegen diesen Druckausgang (22) abgesperrt wird,

b) bei jeder Bremsung der Bremsdruck-Aufbau im Bremskreis (II) der angetriebenen Fahrzeugräder durch Verschiebung des Modulator Kolbens (48; 48') erfolgt, und daß

c) eine mit Überwachung der Kolben-Position und/oder des Bremsdruckes im Bremskreis (II) der angetriebenen Fahrzeugräder sowie mit einer Erfassung des Bremsdruckes im Bremskreis (I) der nicht-angetriebenen Fahrzeugräder oder der mit diesem korrelierten Position eines Funktionselementes des Bremsgeräts (16) arbeitenden elektronischen Bremskraft-Verteilungs-Steuereinrichtung (EBKV) vorgesehen ist, die — im normalen Bremsbetrieb — den Bremsdruck im Bremskreis (II) der angetriebenen Fahrzeugräder in einer definierten Relation zu dem in den Bremskreis (I) der nicht-angetriebenen Fahrzeugräder eingesteuerten Bremsdruck hält.

2. Bremsanlage, insbesondere nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das ABS sowohl am Vorderachs-Bremskreis (I) als auch am Hinterachs-Bremskreis (II) als nach dem Rückförderprinzip arbeitend realisiert ist, 5
daß der Druckmodulator (27') zwischen das Bremsgerät (18) und den dem Hinterachs-Bremskreis (II) zugeordneten Funktionsteil der Hydraulik-Einheit (85) des ABS an die Hauptbremsleitung des Hinterachs-Bremskreises (II) angeschlossen ist, und 10
daß zur Steuerung von Bremsdruck-Aufbau-, Bremsdruck-Halte- und -Abbau-Phasen der ASR und der EBKV vorgesehene Bremsdruck-Regelventile (63 und 64), die den Hinterradbremse (13 und 14) des Fahrzeuges einzeln zugeordnet sind, 15
zwischen diese und das/die den Hinterrädern des Fahrzeuges zugeordnete(n) Bremsdruck-Regelventil(e) (88) der Hydraulik-Einheit (85) des ABS geschaltet sind (Fig. 2).
3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, 20
dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (48') des Druckmodulators (27') als Stufenkolben ausgebildet ist, dessen eine — dem Durchmesser nach — kleinere Kolbenstufe (96) die axial-bewegliche Begrenzung der Modulationskammer (26) und dessen 25
zweite — dem Durchmesser nach — größere Kolbenstufe (94) die axialbewegliche Begrenzung des Steuerdruckraumes (49') des Druckmodulators (27') bilden (Fig. 2).
4. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen der Hilfsdruckquelle (53) deren Ausgangsdruck zum jeweiligen Regelungszweck (ASR oder EBKV) zur Druckbeaufschlagung des Steuerdruckraumes (49) des Druckmodulators (27) ausgenutzt wird, als Druckerzeugungs- 35
aggregat die dem Hinterachs-Bremskreis zugeordnete Rückförderpumpe (72) einer Rückförder-Pumpeinrichtung (24) ausgenutzt wird, die für ein an beiden Bremskreisen nach dem Rückförderprinzip arbeitendes ABS ausgelegt ist (Fig. 1). 40
5. Bremsanlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckmodulator (27) als Druckumsetzer ausgebildet ist, der auf ein Umsetzungsverhältnis von 1/1 ausgelegt ist.
6. Bremsanlage nach Anspruch 4 oder Anspruch 5, 45
dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkreis des Druckmodulators (27) mit Bremsflüssigkeit als Arbeitsmedium betrieben wird.
7. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, 50
dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Steuerdruckraum (49; 49') des Druckmodulators (27; 27') und den Vorratsbehälter der Hilfsdruckquelle (53; 53') ein Druckbegrenzungsventil (76; 76') geschaltet ist.
8. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, 55
dadurch gekennzeichnet, daß der die Druckeinkopplung in den Steuerdruckraum (49; 49') des Druckmodulators (27; 27') vermittelnde, ventilsteuert freigebbare und absperrbare hydraulische Steuerpfad mit einer Drossel versehen ist. 60
9. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 65
dadurch gekennzeichnet, daß das im ASR- und im EBKV-Betrieb sowie gegebenenfalls im ABS-Betrieb die Absperrung der Modulator-kammer (26) des Druckmodulators (27; 27') vermittelnde Ventil (67) als Magnetventil ausgebildet ist.
10. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein die Position des

Kolbens (48; 48') des Druckmodulators (27; 27') überwachender und ein für diese charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugender Positions- oder Weggeber (68) vorgesehen ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

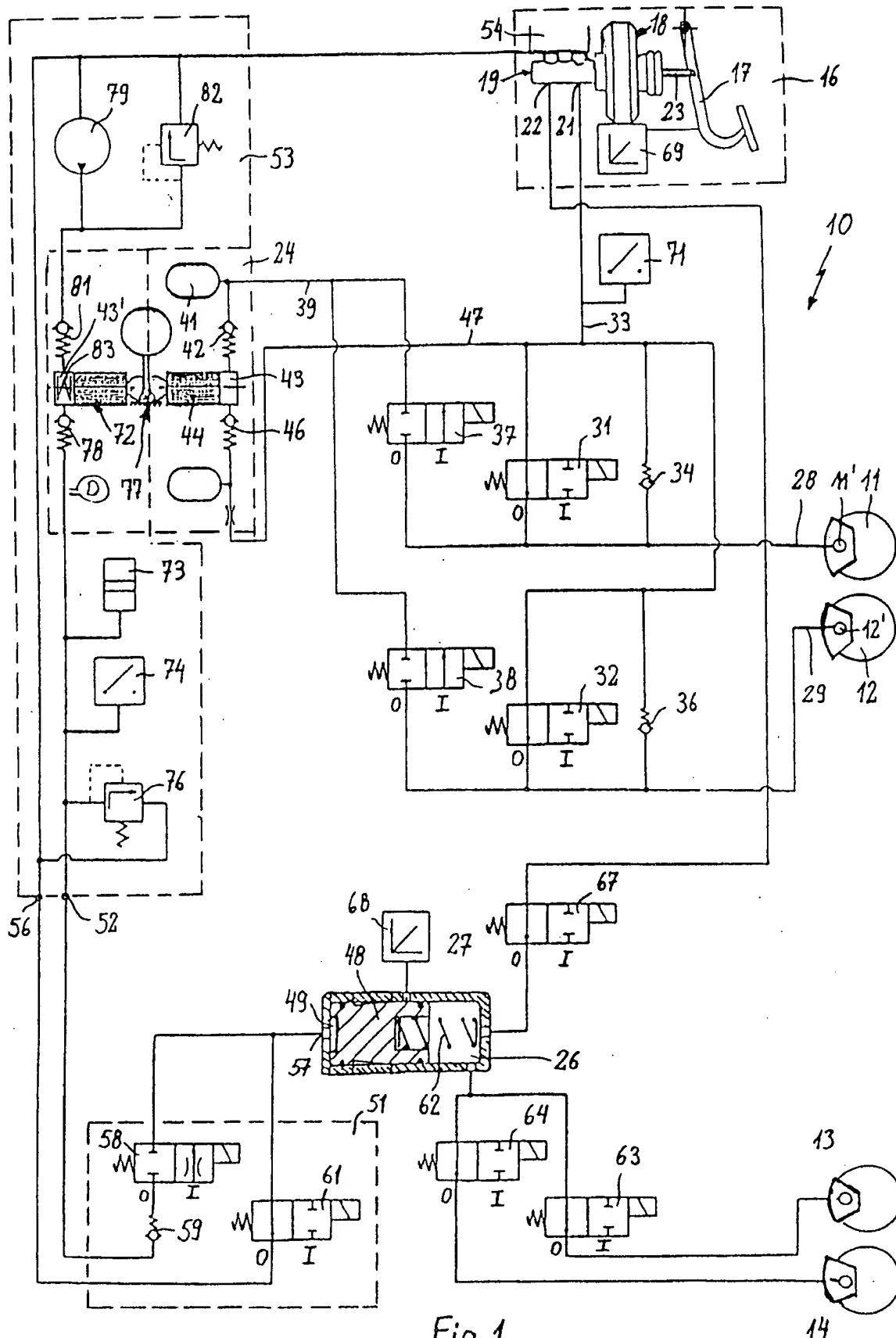


Fig. 1

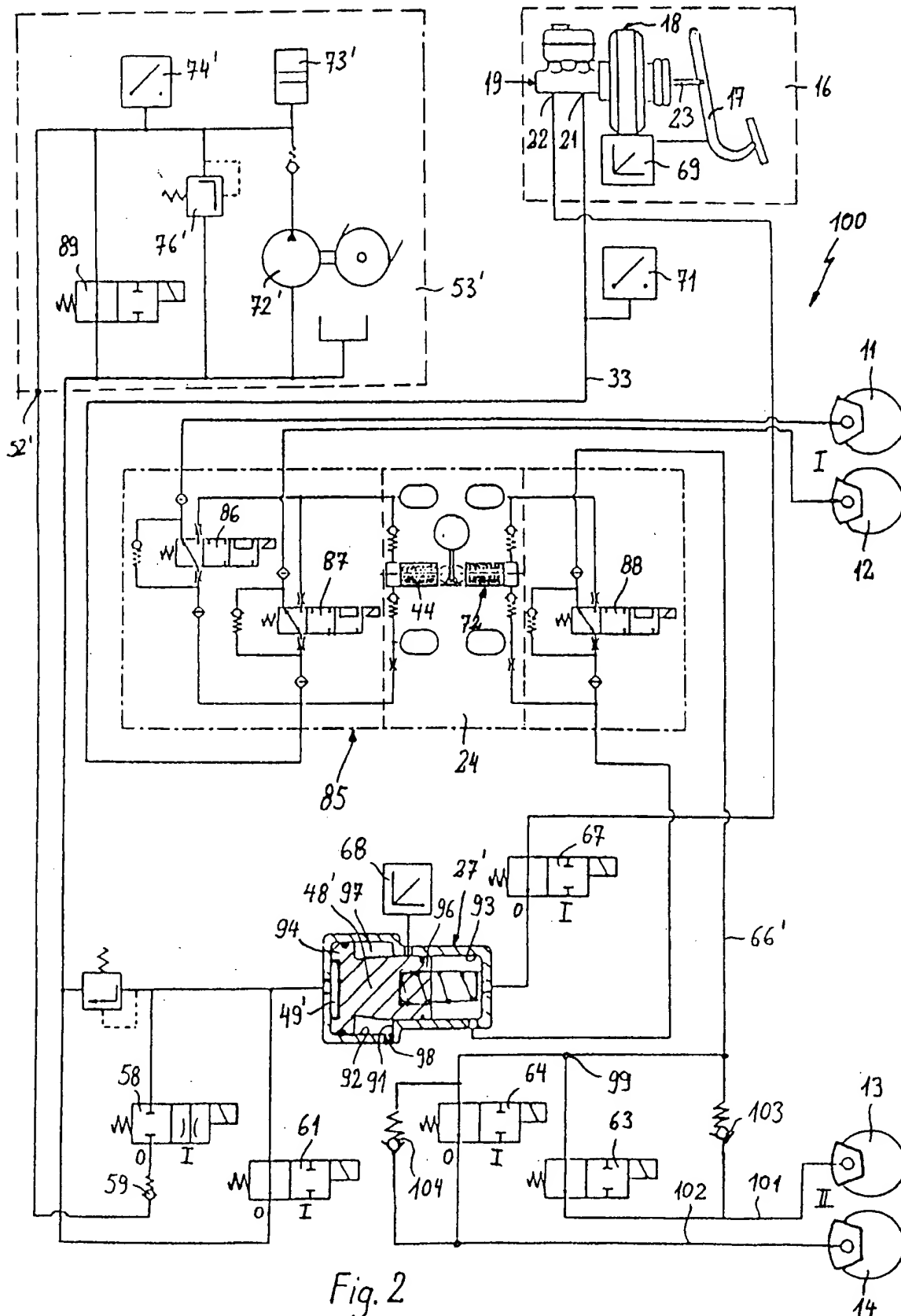


Fig. 2